

平成18年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合わせて120分
- 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)
- 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)
- 医学専門学群 (医学類)
(看護・医療科学類(医療科学主専攻))
(看護・医療科学類(看護学主専攻))は、1科目選択で60分
- 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

目 次

物	理	1
化	学	7
生	物	15
地	学	28

注 意

1. 問題冊子は1ページから34ページまでである。
2. 受験者は下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

学類・専門学群		出 題 科 目				備 考
		物理	化学	生物	地学	
自	然 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答又は地理歴史を選択する者は地学を除いた○印から1科目選択
生	物 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生	物 資 源 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
情	報 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工	学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工	学 基 礎 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
医 学 専 門 学 群	医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	看護・医療科学類(看護学主専攻)	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
	看護・医療科学類(医療科学主専攻)	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
図書館情報専門学群		○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答

物 理

I 図のように、水平な床の上に垂直な棒が立っており、棒は二つの環状の小さな物体 A と B を貫いている。物体 A の質量は M 、物体 B の質量は m であり ($M > m$)、ともに棒に沿って上下にのみ運動できる。鉛直上方に棒に沿って x 座標を考え、床では $x = 0$ とする。また重力加速度を g とし、空気や棒と物体との間の摩擦はないものとする。さらに物体 A、B の大きさは無視できるものとする。以下の問いに答えよ。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。

物体 A のみを高さ $x = h$ の位置から静かに落下させたところ、床と弾性衝突をしてはね返った。

問 1 物体 A が床に衝突する直前の速さ v_0 を求め、 M 、 g 、 h のうち必要なものを用いて表せ。

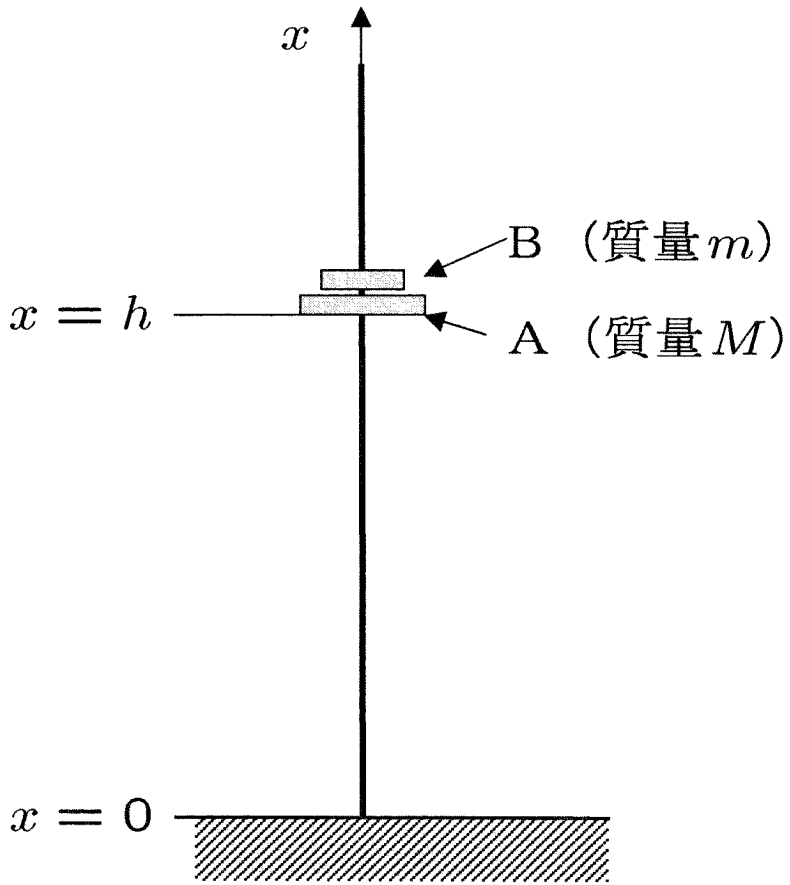
物体 A が床と衝突した瞬間に物体 B を高さ $x = h$ の位置から静かに落下させたところ、ある高さで両者は衝突した。以下の問 2～5 に答えよ。

問 2 物体 A と B が衝突した位置の x 座標を求め、 m 、 M 、 v_0 、 h のうち必要なものを用いて表せ。

問 3 衝突直前の物体 A の速度 V と物体 B の速度 v を求め、 m 、 M 、 v_0 、 h のうち必要なものを用いて表せ。

問 4 物体 A と B の間のはね返り係数を e とする。衝突直後の物体 A の速度 V' と物体 B の速度 v' を求め、 e 、 m 、 M 、 v_0 、 h のうち必要なものを用いて表せ。なお、二つの物体の衝突は瞬間的に起きるため、衝突中に各物体が受ける重力による力積は無視してよい。

問 5 衝突後に物体 B が高さ h 以上に到達するために必要なはね返り係数 e の条件を求めよ。ただし、物体 A との 2 回目以降の衝突は考えない。



Ⅱ 図1のように、電荷 $+Q$ [C] と $-Q$ [C] をもつ一辺の長さ L [m] の正方形の2枚の極板が互いに d [m] の間隔で配置され、コンデンサーとなっている。ただし、 L は d に比べて十分大きいと仮定し、2枚の極板の間は真空であるとする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。

問1 このコンデンサーの容量と静電エネルギーを以下の手順(a)~(d)に従って求めよ。

- (a) 2枚の極板間の電気力線の本数を、真空中のクーロンの定数 k_0 [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$] と Q を用いて表せ。
- (b) 2枚の極板間の電場の強さを k_0 , Q , L を用いて表せ。
- (c) 2枚の極板間の電位差が V_0 [V] のとき、コンデンサーの容量 C [F] は $C = \frac{Q}{V_0}$ として与えられる。 C を k_0 , L , d を用いて表せ。
- (d) このコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーが $\frac{2\pi k_0 d Q^2}{L^2}$ [J] となることを示せ。

問2

- (a) 図1の上側の極板を Δd [m] だけ上方に動かして2枚の極板の間隔を広げたとときの静電エネルギーの増加分を k_0 , Q , L , Δd を用いて表せ。
- (b) (a)で求めた静電エネルギーの増加分から2枚の極板の間に働く力を求めよ。また、その向きを解答用紙の所定の欄に矢印で示せ。

図2のように、電荷 $+2Q$ [C] をもつ一辺の長さ L [m] の正方形の極板1枚と、電荷 $-Q$ [C] をもつ一辺の長さ L [m] の正方形の厚さの無視できる極板2枚からなる系を考える。このとき、電荷 $-Q$ [C] をもつ2枚の極板の間には、厚さの無視できる絶縁体が挿入されて互いに絶縁されており、電荷のやりとりはないものとする。また、ほぼ密着している電荷 $-Q$ [C] をもつ2枚の極板と電荷 $+2Q$ [C] をもつ1枚の極板との間隔は d [m] である。ただし、系は真空中に存在し、 L は d に比べて十分大きいとする。

問 3 図 2 の極板の配置のとき、系に蓄えられる静電エネルギーを k_0, Q, L, d を用いて表せ。

問 4 図 2 の極板の配置から、電荷 $-Q$ [C] をもつ 1 枚の極板を、上方に d [m] だけ移動させて、図 3 のような極板の配置に変えた。以下の小問(a), (b)に答えよ。

(a) 図 3 の極板の配置のとき、中央に位置する電荷 $-Q$ [C] をもつ 1 枚の極板と上方に位置する電荷 $-Q$ [C] をもつ 1 枚の極板の間の電気力線の本数を k_0, Q を用いて表せ。

(b) 図 3 の極板の配置のとき、系に蓄えられる静電エネルギーを k_0, Q, L, d を用いて表せ。

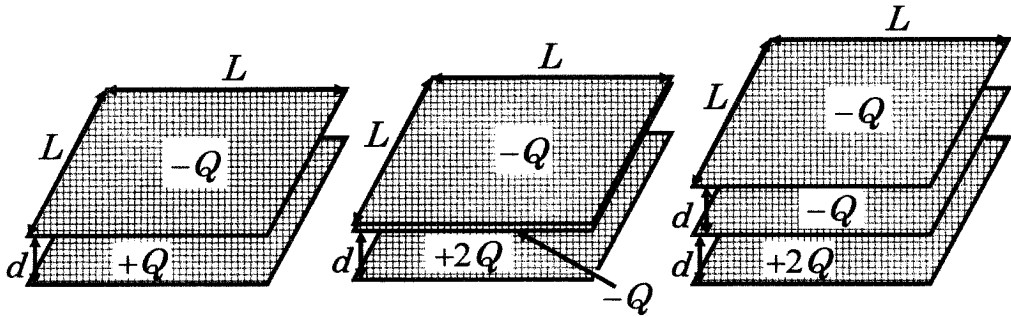


図 1

図 2

図 3

Ⅲ 図1に示すように単色の可視光をガラス棒に入射させることを考える。このガラス棒は屈折率 n_1 の円柱状ガラスの外部が、屈折率 n_2 の円筒状ガラスによって中心軸が一致するように囲まれ、空気中におかれている。ここで $n_1 > n_2$ であり、空気の屈折率を1とする。また、ガラス棒の端面は中心軸に対して垂直である。以下の問いに答えよ。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入すること。

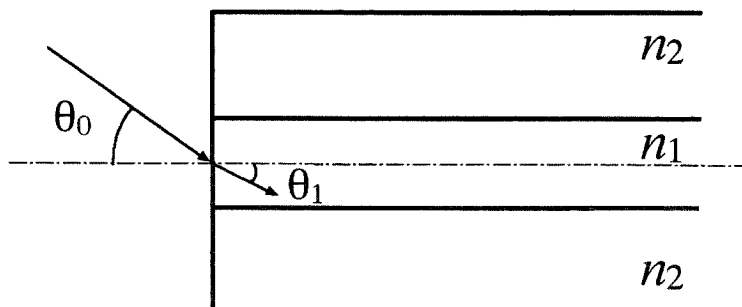


図1

- 問1 ガラス棒の端面の中心に向けて、中心軸となす角が $\theta_0 (> 0)$ の方向へ光線が入射した。透過光の屈折角を θ_1 とするとき、 $\sin \theta_1$ を n_1 と θ_0 を用いて表せ。
- 問2 この光線が円柱状ガラスと円筒状ガラスの界面で全反射した。このとき、 $\sin \theta_0$ の値の範囲を n_1 と n_2 を用いて表せ。
- 問3 θ_0 の値が問2の全反射の条件を満たすとき、入射光線がガラス内を伝播してゆく経路を解答用紙の図中に示せ。もし、単色光の代わりに白色光を入射した場合、ガラス内を伝搬してゆく経路はどうなるか、理由を含めて80字以内で説明せよ。

問 4 図 2 に示すように、断面が直径 d の円形の平行光線を凸レンズでガラス棒の端面の中心に集光させた。凸レンズの焦点距離をいろいろ変えて試みたところ、ある焦点距離の値 f よりも小さい値では光の一部が問 2 の全反射の条件を満たさなくなった。 f を d , n_1 , n_2 を用いて表せ。ただし、レンズの厚さは f の値に対して十分小さいとし、空気とレンズおよびガラスとの界面における反射は無視する。

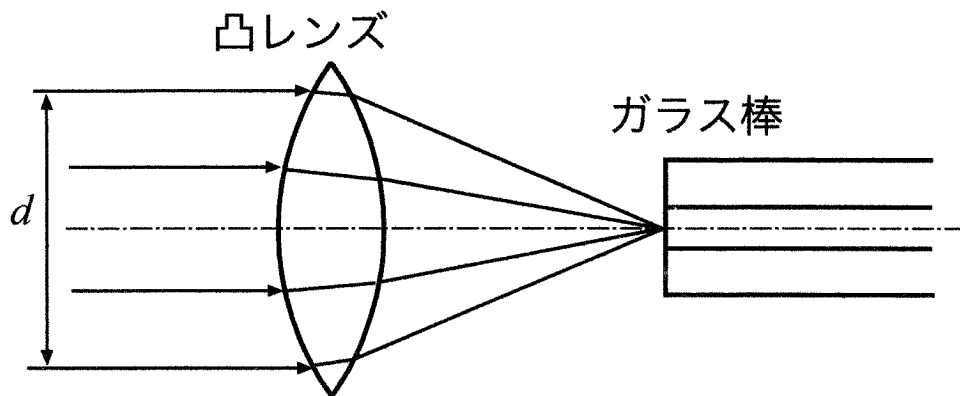


図 2